

PENGARUH DIMENSI UKURAN BATU BATA MERAH DAN CAMPURAN MORTAR TERHADAP KARAKTERISTIK MEKANIK PASANGAN DINDING

William Swendy Sinaga^I, Rio Hotman Partogian T^I, Wisnumurti^{II}, Achfas Zacoeb^{II}

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
Jl. MT. Haryono 167 Malang, 65145, Jawa Timur – Indonesia

ABSTRAK

Batu bata merah merupakan material yang paling mudah ditemukan dan digunakan hampir semua bangunan. Selain murah, bata sering digunakan karena proses pembuatannya yang mudah dan banyak ditemukan di semua daerah di Indonesia. Karena dipengaruhi oleh pengrajin setempat dan faktor permintaan, batu bata memiliki berbagai dimensi ukuran berbeda-beda di setiap wilayah. Selain batu bata, pada pasangan dinding tidak terlepas dengan penyusun perekat antar bata yaitu mortar. Campuran mortar yang digunakan pada umumnya terdiri berbagai macam perbandingan antara semen:pasirnya. Pada penelitian ini ingin diketahui bagaimana pengaruh dimensi batu bata dan campuran mortar tersebut terhadap karakteristik mekanik pasangan dindingnya. Variasi yang digunakan antara lain batu bata tipis dan batu bata tebal dengan variasi campuran mortar (semen:pasir) 1:3, 1:5 dan 1:8. Dengan perlakuan arah tekan vertikal, horizontal dan diagonal. Didapatkan bahwa pada pasangan dinding yang menggunakan batu bata tipis akan memiliki nilai kuat tekan yang lebih tinggi dibandingkan batu bata tebal dan pada pengujian statistik, campuran mortar memiliki pengaruh yang spesifik pada nilai kuat tekan pasangan dinding.

Kata Kunci : batu bata merah, dimensi, campuran mortar, kuat tekan, pasangan dinding

ABSTRACT

The clay brick is a material most easily to found and used almost all the buildings. Besides cheap, bricks are often used because the manufacturing process is simple and widely found in all regions in Indonesia. Because of the influenced by the local craftsmen and demand factors, bricks has various dimensions of different sizes in each region. In addition of bricks in masonry can not be separated with the adhesive constituent between the bricks that is mortar. The mortar mixture that used in generally consists of various kinds of ratio between the cement:sand. In this research, wanted to know how the influence of the dimensions of the bricks and the mortar mixture on the mechanical characteristics of the masonry. Variations used obiter thin brick and thick brick with variations mix mortar (cement:sand) 1:3, 1:5 and 1:8. With treatment directions tap vertical, horizontal and diagonal. The results that in the masonry that used of thin brick will have a compressive strength value higher than the thick bricks and the statistical testing, a mortar mix has a specific effect on the compressive strength masonry.

Keywords: bricks, dimension, mortar mixture, compressive strength, masonry.

PENDAHULUAN

Dinding pasangan batu bata sudah lama digunakan pada konstruksi bangunan gedung yang fungsi sebagai penyekat ruangan. Pembuatan batu bata sangat mudah dibuat, dapat dilihat banyak usaha perumahan dan pabrik-pabrik produsen batu bata, sehingga di Indonesia memiliki berbagai macam dimensi batu bata. Batu bata sendiri sebagai unsur struktural tidak terlepas dengan bahan perekatnya yaitu mortar, mortar sebagai bahan perekat yang disusun dengan batu bata menjadi pasangan dinding, memiliki campuran yang beragam pada perbandingan pasir dan semennya.

Dari berbagai macam perbandingan campuran mortar dan dimensi batu bata yang ada, perlu diteliti bagaimana karakteristik mekanik pasangan dinding. Pada penelitian ini, batu bata yang digunakan berdimensi 4 pal dan 5 pal serta membandingkan campuran mortar dan dimensi batu bata pada pasangan dinding serta kuat geser dan lekat akibat variasi mortar tersebut.

DASAR TEORI

Pengertian Umum Batu Bata

Batu bata merupakan bahan bangunan terbuat dari tanah liat dengan atau tanpa campuran bahan lain, kemudian dibakar pada suhu tinggi sampai berwarna kemerah-merahan. Batu bata yang baik terdiri atas pasir (silika) dan tanah liat (alumina), yang dicampur dengan perbandingan tertentu dan bila diberi sedikit air menjadi bersifat plastis, sehingga dengan mudah tanah dapat dicetak. Penggunaan bata memiliki keuntungan karena memungkinkan digunakan sebagai beberapa fungsi yang pada struktur portal tidak mungkin dilakukan. Dinding bata berfungsi juga sebagai komponen struktur penyekat ruangan, meredam suara dan panas, dan juga perlindungan terhadap api dan cuaca dan memiliki harga yang murah.

Pengertian Umum Mortar

Mortar adalah bahan yang digunakan untuk konstruksi bangunan yang terdiri dari campuran antara semen dan agregat halus. Campuran antara semen dan agregat ini menggunakan perbandingan tertentu sehingga daya tahan mortar terhadap tekanan maupun tarikan akan semakin tinggi atau maksimal. Mortar juga disebut sebagai suatu adonan yang terbuat dari campuran antara semen, pasir, dan air yang kadangkala dicampur dengan kapur. Mortar berfungsi sebagai bahan pengisi antara satu bata dengan bata lainnya dalam suatu konstruksi pasangan bata. Dengan demikian maka mortar ini harus dibuat dalam suatu adukan dengan perbandingan tertentu. Untuk perbandingan ini kita harus mencampur bahan-bahan itu dengan tepat, sehingga kekuatan daya ikatnya tidak gampang lepas.

Tegangan dan Regangan

Satuan kekuatan bahan biasanya didefinisikan sebagai tegangan pada bahan. Dimana tegangan merupakan gaya per satuan luas. Besarnya tegangan dapat dihitung dengan persamaan :

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad (1)$$

dengan :

σ = tegangan (kN/mm²)
P = beban maksimum (kN)
A = luas penampang (mm²)

Regangan merupakan perubahan bentuk, yaitu deformasi mengikuti beban. Perpanjangan per satuan panjang ini disebut sebagai regangan (strain). Besarnya regangan yang terjadi dapat dihitung dengan persamaan :

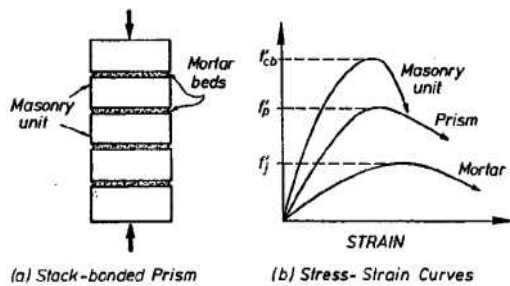
$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l} \quad (2)$$

dengan :

ε = regangan
 Δl = penambahan panjang pada beban maksimum (mm)
l = panjang mula-mula (mm)

Hubungan Tegangan-Regangan Dinding Bata Merah

Sejauh ini belum terdapat hubungan pasangan batu bata yang pasti, dan masih menggunakan hubungan tegangan regangan struktur beton. Hal ini didasari oleh hubungan tegangan regangan dinding pasangan batu bata yang mempunyai perilaku sama dengan beton namun kuatnya lebih rendah.



Gambar 1. Hubungan tegangan-regangan batu bata, mortar dan pasangan dinding
Sumber : Paulay & Priestley, 1992

METODOLOGI PENELITIAN

Pengujian yang dilakukan antara lain pengujian fisik dan pengujian mekanik. Pengujian fisik antara lain Uji Sifat Fisik Batu Bata berdasarkan SII 0021-78 tentang mutu dan cara uji bata merah pejal dan Uji Gradasi Halus berdasarkan ASTM C144-04. Pada pengujian Mekanik antara lain:

1. Uji Tekan Batu Bata Merah
2. Uji Tekan Mortar
3. Uji Kuat Lekatan
4. Uji Tekan Pasangan Dinding

Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang akan diukur adalah sebagai berikut:

- a. Variabel bebas (*independent variable*) yaitu variabel yang perubahannya bebas ditentukan oleh peneliti. Dalam penelitian ini variabel bebasnya adalah variasi campuran mortar dan ukuran bata merah 4 pal dan 5 pal

- b. Variabel terikat (*dependent variable*), pada penelitian ini yang menjadi variabel terikat adalah kuat tekan searah vertikal dan searah horizontal serta searah diagonal dinding pasangan bata merah.

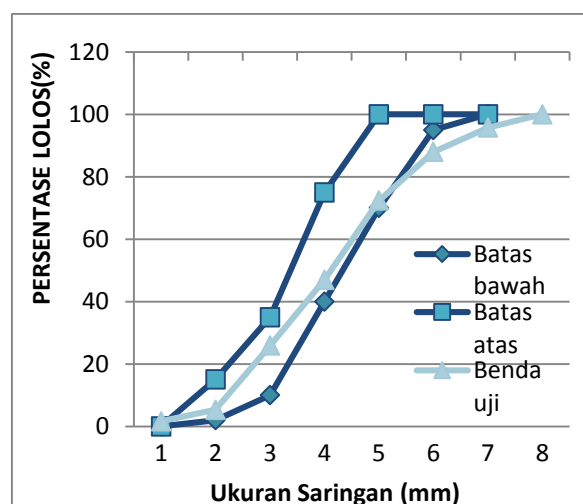
Analisis Data

Analisis Varian digunakan untuk menyatakan tentang adanya pengaruh ukuran batu bata merah dan kuat tekan mortar terhadap kekuatan dinding pasangan bata merah, maka diperlukan pengolahan data dan analisis menurut prosedur analisis statistik varian dua arah dengan interaksi.

Analisis regresi digunakan untuk mendapatkan suatu grafik yang menggambarkan hubungan antara kuat tekan bata merah dengan kuat tekan pasangan dinding, maka dilakukan dengan pemodelan sederhana dengan menggunakan analisis regresi. Analisis regresi menjelaskan hubungan antara satu variabel terikat atau variabel respon yang tergantung pada satu variabel bebas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

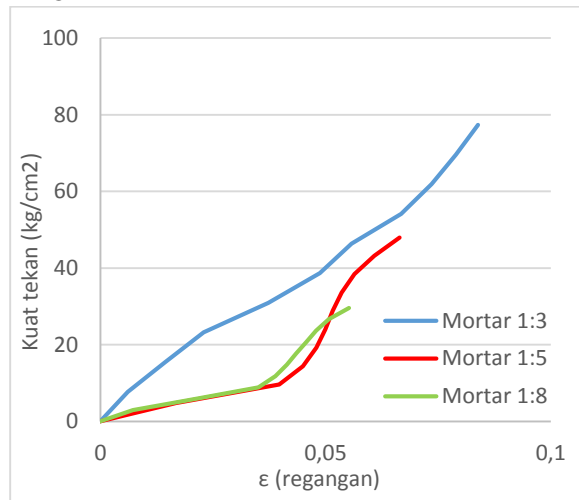
Nilai modulus kehalusan diperoleh dari jumlah kumulatif yang tertinggal dari saringan no 4 – no 100 kemudian dibagi 100. Didapat nilai modulus kehalusan pasir 2,657.



Gambar 2. Grafik lengkung pasir pasang

Mortar

Pengujian *mortar* berupa pembuatan mortar dibuat dengan menggunakan cetakan besi dengan ukuran 5 cm x 5 cm x 5 cm. Pada penelitian ini menggunakan tiga jenis perbandingan komposisi semen dan pasir yaitu 1:3, 1:5, dan 1:8. Pengujian mortar dengan memberi tekanan aksial



Gambar 3. Hubungan tegangan-regangan mortar

Pengujian mortar dilakukan dengan cara memberi beban aksial pada permukaan mortar. Peralatan yang digunakan adalah *Compression Test*. Dari hasil pengujian mortar kuat tekan rata-rata maksimal 1:3 yaitu 77.3 kg/cm² dengan regangan 0.084, kuat tekan rata-rata maksimal 1:5 yaitu 48.0 kg/cm² dengan regangan 0.066, kuat tekan rata-rata maksimal 1:8 yaitu 29.6 kg/cm² dengan regangan 0.055 dan nilai penyimpangan 1:3 sebesar 23,89 %, 1:5 sebesar 33,33 %, 1:8 sebesar 10,81 % sehingga sampel mortar dikategorikan tidak homogen.

Batu Bata

Kondisi fisik perlu diperhatikan dengan cara melihat kondisi secara visual. Dimensi sangat berpengaruh pada kuat tekan batu bata karena nilai kuat tekan diperoleh dari luasan yang tertekan pada batu bata.

Tabel 1. Dimensi batu bata

No. Bata	Bata 5 Pal			Bata 4 Pal		
	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tebal (cm)	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tebal (cm)
1	23.1	10.7	4	22.8	10.5	5
2	23.4	11	4.3	22.8	10.4	5.1
3	23.1	10.9	4.1	22.6	10.3	5.2
4	23	10.9	4.2	22.6	10.4	5.2
5	23	11.2	4.2	22.8	10.2	5.1
Rata-rata (cm)	23.12	10.94	4.16	22.72	10.36	5.12
S-Dev (cm)	0.16	0.18	0.11	0.11	0.11	0.08
COV (%)	0.71	1.66	2.74	0.48	1.10	1.63

Pengujian Uji tekan kubus batu bata dilakukan dengan cara memberi beban aksial pada permukaan batu bata dengan menggunakan alat *Hydraulic press* dan dibantu oleh *Load cell*.

Tabel 2. Uji kuat tekan kubus batu bata

Dimensi	Kuat Tekan (kg/cm ²)	Rata-rata (kg/cm ²)	Min (kg/cm ²)	Max (kg/cm ²)	S-Dev (kg/cm ²)	COV %
4 cm x 4 cm x 4 cm	17,72	17,09	14,74	18,83	2,11	12,36
	18,83					
	14,74					
	17,91					
5 cm x 5 cm x 5 cm	19,22	16,95	13,46	19,22	3,02	17,842
	13,46					
	17,91					
	17,91					

Hasil di atas menunjukkan nilai rata-rata kuat tekan batu bata dari tiap ukuran. Nilai rata-rata kuat tekan bata 4 pal 16,95 kg/cm², kuat tekan rata-rata bata 5 pal 17,09 kg/cm² dan nilai penyimpangan bata 4 pal sebesar 17,842%, dan 5 pal sebesar 12,30%.

Pengujian ini mendapatkan nilai poisson rasio dari batu bata yaitu dari nilai deformasi aksial dan lateral, perhitungan nilai poisson rasio sampai besarnya batas elastis beton adalah 0.45 f'c untuk bata dianalogikan dengan beton sehingga nilai batas elastisnya 0.45 fu (tegangan maksimum bata).

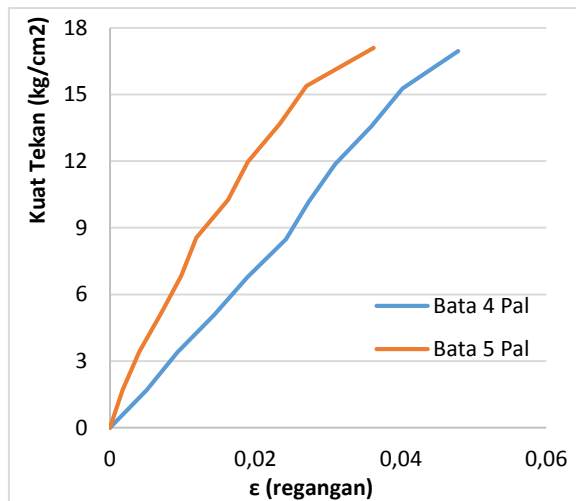
Tabel 3. Poisson Rasio Kubus Batu 4 Pal

Benda Uji No	Tegangan Maksimum F_u (kg/cm ²)	Batu Tegangan 0,45 f_u (kg/cm ²)	Poisson Rasio
1	19.22	8.65	0.27
2	13.46	6.055	0.12
3	17.91	8.06	0.15
Rata-rata			0.18

Tabel 4.Poisson Rasio Kubus Batu 5 Pal

Benda Uji No	Tegangan Maksimum F_u (kg/cm ²)	Batu Tegangan 0,45 f_u (kg/cm ²)	Poisson Rasio
1	17.72	7.97	0.30
2	18.83	8.47	0.20
3	14.74	6.63	0.33
Rata-rata			0.28

Dari **Tabel 3 dan 4** menunjukkan nilai rata-rata poisson rasio kubus batu bata dari tiap ukuran bata yang berbeda. Bata dengan 4 pal memiliki nilai poisson rasio kubus 0,18, bata dengan 5 pal memiliki nilai poisson rasio kubus 0,28. Menurut Gere dan Timoshenko (1996) Batas teoritis angka poisson rasio adalah 0,5, sehingga nilai poisson rasio batu bata masih dapat diterima karena tidak ada yang melebihi 0,5.

**Gambar 4.** Hubungan tegangan-regangan batu bata

Pasangan Dinding

Pada pasangan dinding ini terdapat dua jenis dinding yaitu dinding 4 pal yang dimana disusun sembilan lapis tumpukan bata dan dinding 5 pal yang disusun tujuh lapis tumpukan bata yang diikat dengan mortar. Sistem penyusunan ini dibuat membentuk persegi yang ukuran lebar dan panjang harus sama. Selain itu komposisi mortar juga bervariasi yaitu 1:3, 1:5 dan 1:8. Pengujian setiap jenis bata dan mortar diuji kuat tekan pasangan dinding searah vertikal, horizontal dan diagonal. Pengujian Pasangan Dinding sendiri menggunakan alat *Universal Testing*

Machine dimana ditekan hingga mendapatkan nilai kuat tekan maksimum untuk setiap benda uji.

Tabel 5. Kuat tekan pasangan dinding arah vertikal

Mortar		Tegangan Maksimum (kg/cm ²)	
		Bata 4 pal	Bata 5 Pal
1:3	Rata-rata (kg/cm ²)	12.343	13.240
	S-Dev (kg/cm ²)	2.328	6.348
	COV %	18.860	47.944
1:5	Rata-rata (kg/cm ²)	12.548	13.661
	S-Dev (kg/cm ²)	0.016	4.727
	COV %	0.128	34.599
1:8	Rata-rata (kg/cm ²)	8.848	7.100
	S-Dev (kg/cm ²)	2.232	0.756
	COV %	25.226	10.654

Tabel 6. Kuat tekan pasangan dinding arah horizontal

Mortar		Tegangan Maksimum (kg/cm ²)	
		Bata 4 pal	Bata 5 Pal
1:3	Rata-rata (kg/cm ²)	24.255	25.600
	S-Dev (kg/cm ²)	1.304	6.300
	COV %	5.378	24.612
1:5	Rata-rata (kg/cm ²)	16.101	22.539
	S-Dev (kg/cm ²)	1.082	9.404
	COV %	6.722	41.722
1:8	Rata-rata (kg/cm ²)	12.860	14.248
	S-Dev (kg/cm ²)	1.369	4.724
	COV %	10.648	33.157

Tabel 7. Kuat tekan pasangan dinding arah diagonal

Mortar		Tegangan Maksimum (kg/cm ²)	
		Bata 4 pal	Bata 5 Pal
1:3	Rata-rata (kg/cm ²)	1.542	2.325
	S-Dev (kg/cm ²)	0.763	0.645
	COV %	49.480	27.759
1:5	Rata-rata (kg/cm ²)	0.745	2.406
	S-Dev (kg/cm ²)	0.515	-
	COV %	69.128	-
1:8	Rata-rata (kg/cm ²)	0.999	0.735
	S-Dev (kg/cm ²)	0.536	-
	COV %	53.643	-

Pada **Tabel 5,6&7** dapat dilihat nilai kuat tekan pasangan dinding arah vertikal memiliki kuat tekan maksimum sebesar 13,661 kg/cm² pada campuran mortar 1:5. Nilai kuat tekan pasangan dinding arah horizontal memiliki kuat tekan maksimum sebesar 25,6 pada campuran mortar 1:3. Nilai kuat tekan pasangan dinding arah diagonal memiliki kuat tekan maksimum sebesar 2,406 pada campuran 1: 5. Nilai kesegaram pada pasangan dinding batu bata memiliki angka bervariasi dan lebih besar 5% yang artinya bahan uji tidak homogen.

Uji Kuat Lekat Batu Bata

Pada pengujian ini benda uji dibentuk dengan menyusun batu bata berbentuk *cross* dengan dilapisi dengan mortar. Pengujian kuat lekat batu bata dilakukan memberi beban aksial pada permukaan batu bata dengan menggunakan alat uji tekan *enerpac* dan dibantu oleh *load cell*.

Tabel 8. Kuat lekat batu bata

No Benda Uji	Kuat Lekat Maksimum Fb (kg/cm ²)		
	Mortar 1:3	Mortar 1:5	Mortar 1:8
1	0,420	0,017	0,020
2	0,384	0,017	0,017
3	0,380	0,017	0,017
Rata-rata (kg/cm ²)	0,395	0,017	0,018
S-Dev (kg/cm ²)	0,022	0,000	0,001
COV %	5,6	0,7	7,6

Tabel 8. menunjukkan pengujian kuat lekan rata-rata maksimum pada mortar 1:3 yaitu 0,395 kg/cm², mortar 1:5 yaitu 0,017 kg/cm², mortar 1:8 yaitu 0,018 kg/cm², dan penyimpangan terbesar dari benda uji pada mortar 1:8 sebesar 7,6%.

Uji Kuat Geser Batu Bata

Pada pengujian ini benda uji dibentuk dengan menyusun batu bata dengan dua lapisan dengan direkatkan menggunakan mortar. Pada pengujian ini benda uji ditekan dua arah searah vertikal dan horizontal yang dimana beban vertikal merupakan gaya normal memiliki tiga gaya sebesar 10%, 15% dan 20%

dari Pmaks batu bata diharapkan pada saat beban vertikal benda uji belum mengalami kehancuran.

Tabel 8. Nilai Kuat Geser Batu Bata Mortar 1:3

Persamaan Regresi	Tgn ϕ	c	τ_n (Kg/cm ²)	τ_u (Kg/cm ²)
$y = 2.6955x + 1.094$	2,696	1,094	1,574	5,337
	2,696	1,094	2,410	7,590
	2,696	1,094	3,178	9,659

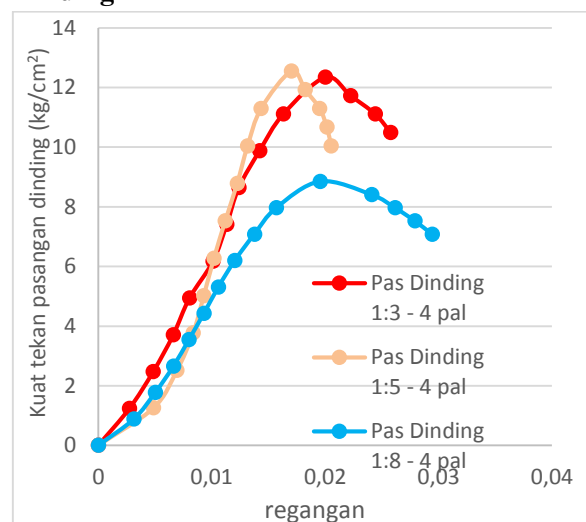
Tabel 9. Nilai Kuat Geser Batu Bata Mortar 1:5

Persamaan Regresi	Tgn ϕ	c	τ_n (Kg/cm ²)	τ_u (Kg/cm ²)
$y = 1.9009x + 2.1744$	1,9009	2,1744	1,619	5,252
	1,9009	2,1744	2,387	6,713
	1,9009	2,1744	3,178	8,215

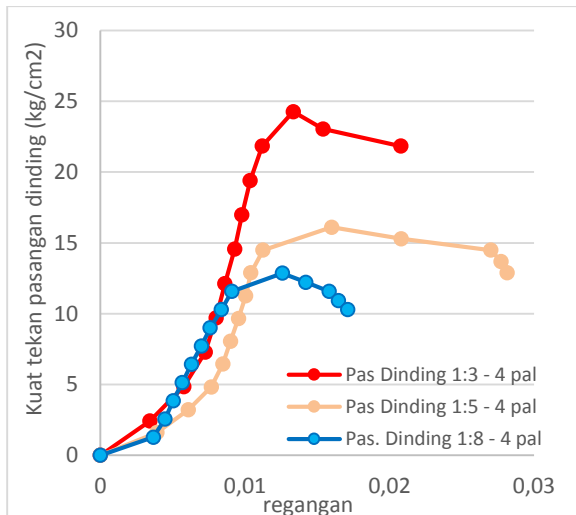
Tabel 10. Nilai Kuat Geser Batu Bata Mortar 1:8

Persamaan Regresi	Tgn ϕ	c	τ_n (Kg/cm ²)	τ_u (Kg/cm ²)
$y = 1.7124x + 2.2818$	1,712	2,282	1,619	5,054
	1,712	2,282	2,387	6,370
	1,712	2,282	3,178	7,723

Hubungan Tegangan - Regangan Pasangan Dinding



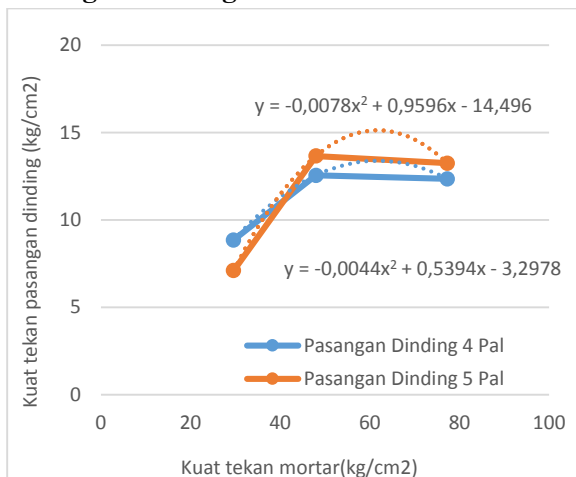
Gambar 5. Hubungan tegangan-regangan pasangan dinding arah vertikal



Gambar 6. Hubungan tegangan-regangan pasangan dinding arah horizontal

Pada **Gambar 5,6** Nilai kuat tekan pasangan dinding arah horizontal lebih kuat dibandingn pasangan dinding arah vertikal. Akibat beban aksial yang diterima oleh pasangan dinding makan regangan yang lebih besar pada pasangan dinding horizontal karena pada beban maksimum maka bata dan mortar bekerja sendiri sendiri.

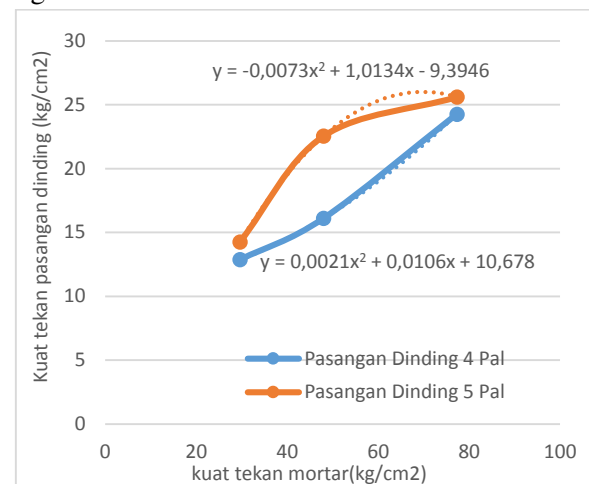
Hubungan Mortar dengan Kuat Tekan Pasangan Dinding



Gambar 7. Hubungan tekan mortar dan pasangan dinding arah vertikal

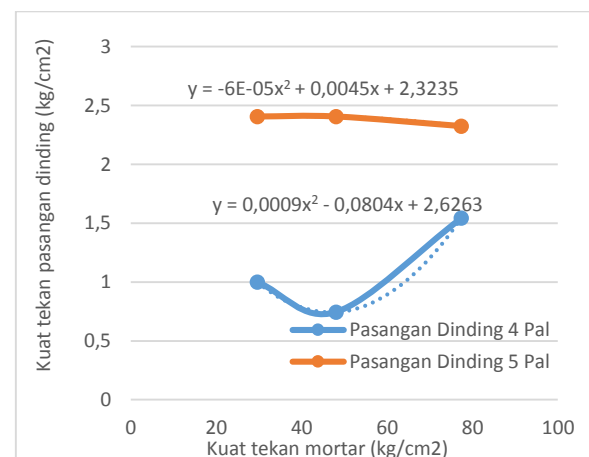
Dari grafik fungsi didapat pasangan dinding 4 pal memiliki nilai maksimum pada kuat tekan *mortar* 61,23 kg/cm², dan kuat tekan pasangan dinding 13,23 kg/cm². Pasangan dinding 5 pal memiliki nilai maksimum pada kuat tekan *mortar* 61,51

kg/cm², dan kuat tekan pasangan dinding 15,02 kg/cm².



Gambar 8. Hubungan tekan mortar dan pasangan dinding arah horizontal

Dari grafik fungsi didapat pasangan dinding 4 pal memiliki nilai maksimum pada kuat tekan *mortar* 42,52 kg/cm², dan kuat tekan pasangan dinding 14,92 kg/cm². Pasangan dinding 5 pal memiliki nilai maksimum pada kuat tekan *mortar* 69,41 kg/cm², dan kuat tekan pasangan dinding 25,78 kg/cm².



Gambar 9. Hubungan tekan mortar dan pasangan dinding arah diagonal

Dari grafik fungsi didapat pasangan dinding 4 pal memiliki nilai maksimum pada kuat tekan *mortar* 44,67 kg/cm², dan kuat tekan pasangan dinding 0,83 kg/cm². Pasangan dinding 5 pal memiliki nilai maksimum pada kuat tekan *mortar* 37,5 kg/cm², dan kuat tekan pasangan dinding 2,41 kg/cm².

Analisis Statistik Pengaruh Campuran Mortar terhadap Batu Bata dan Pasangan Dinding dengan Anova Dua Arah

Hipotesis

H_1 = Ada perbedaan nilai kuat tekan pada kedua bentuk batu bata

H_2 = Ada perbedaan nilai kuat tekan pada campuran mortar

H_3 = Ada interaksi anantara bentuk batu bata dengan campuran mortar

Kriteria Pengujian

H_0 diterima jika nilai $f_{hitung} > f_{tabel}$ (0,05)

H_1 diterima jika nilai $f_{hitung} < f_{tabel}$ (0,05)

f_{tabel} menurut tabel distribusi (Dewi, S. M. & Djakfar L. 2011) adalah sebagai berikut (kriteria pengujian dengan $\alpha = 5\% = 0,05$) :

- $f_{1tabel} = f_{\alpha(b-1;bk(n-1))}$
 $f_{1tabel} = f_{0,05(2-1;2(3)(3-1))}$
 $f_{1tabel} = 4,7472$
- $f_{2tabel} = f_{\alpha(k-1;bk(n-1))}$
 $f_{2tabel} = f_{0,05(3-1;2(3)(3-1))}$
 $f_{2tabel} = 3,8853$
- $f_{3tabel} = f_{\alpha(b-1)(k-1;bk(n-1))}$
 $f_{3tabel} = f_{0,05(2-1)(3-1;2(3)(3-1))}$
 $f_{3tabel} = 3,8853$

Tabel 11. Anova pada pasangan dinding arah vertikal

Dimensi Batu Bata	Campuran Mortar			Total	(Total) ²	Jumlah Kuadrat (JK)				Kesimpulan
	1:3	1:5	1:8							
Bata Tebal (Bata 4 PAL)	14,184	12,563	6,687	101,232	10247,95	201,20	157,84	44,72	403,75	f1 = 0,0027 < 4,7472. Jadi tidak ada perbedaan data nilai kuat tekan rata-rata pada kedua bentuk bata
	13,118	12,563	8,713			172,09	157,84	75,92	405,85	
	9,726	12,531	11,145			94,60	157,03	124,21	375,85	
Bata Tebal (Bata 5 PAL)	18,849	8,995	6,250	102,004	10404,73	355,29	80,91	39,06	475,27	
	6,349	13,542	7,350			40,31	183,38	54,02	277,71	
	14,523	18,446	7,699			210,91	340,26	59,28	610,45	
Total	76,750	78,641	47,845	203,236	20652,69	1074,40	1077,26	397,21	2548,87	
(Total) ²	5890,59	6184,40	2289,11	14364,10						

Tabel 12. Anova pada pasangan dinding arah vertikal

Dimensi Batu Bata	Campuran Mortar			Total	(Total) ²	Jumlah Kuadrat (JK)				Kesimpulan
	1:3	1:5	1:8							
Bata Tebal (Bata 4 PAL)	14,184	12,563	6,687	101,232	10247,95	201,20	157,84	44,72	403,75	f2 = 4,0473 > 3,8853. Jadi ada perbedaan data nilai kuat tekan rata-rata pada ketiga campuran mortar
	13,118	12,563	8,713			172,09	157,84	75,92	405,85	
	9,726	12,531	11,145			94,60	157,03	124,21	375,85	
Bata Tebal (Bata 5 PAL)	18,849	8,995	6,250	102,004	10404,73	355,29	80,91	39,06	475,27	
	6,349	13,542	7,350			40,31	183,38	54,02	277,71	
	14,523	18,446	7,699			210,91	340,26	59,28	610,45	
Total	76,750	78,641	47,845	203,236	20652,69	1074,40	1077,26	397,21	2548,87	
(Total) ²	5890,59	6184,40	2289,11	14364,10						

Tabel 13. Anova pada pasangan dinding arah vertikal

Dimensi Batu Bata	Campuran Mortar			Total	(Total) ²	Jumlah Kuadrat (JK)				Kesimpulan
	1:3	1:5	1:8							
Bata Tebal (Bata 4 PAL)	14,184	12,563	6,687	101,232	10247,95	201,20	157,84	44,72	403,75	f3 = 0,3099 < 3,8853. Jadi tidak ada interaksi antar keduanya
	13,118	12,563	8,713			172,09	157,84	75,92	405,85	
	9,726	12,531	11,145			94,60	157,03	124,21	375,85	
Bata Tebal (Bata 5 PAL)	18,849	8,995	6,250	102,004	10404,73	355,29	80,91	39,06	475,27	
	6,349	13,542	7,350			40,31	183,38	54,02	277,71	
	14,523	18,446	7,699			210,91	340,26	59,28	610,45	
Total	76,750	78,641	47,845	203,236	20652,69	1074,40	1077,26	397,21	2548,87	
(Total) ²	5890,59	6184,40	2289,11	14364,10						

Didapatkan hasil pada uji statistik sebagai berikut :

$f_1 = 0,0027 < 4,7472$ maka H_0' diterima. Jadi tidak ada perbedaan data nilai kuat tekan rata-rata pada kedua bentuk batu bata. (*tidak ada pengaruh dimensi batu bata terhadap nilai kuat tekan pasangan dinding*).

$f_2 = 4,0473 > 3,8853$ maka H_0'' ditolak. Jadi ada perbedaan data nilai kuat tekan pada ketiga campuran mortar. (*ada pengaruh campuran mortar terhadap nilai kuat tekan pasangan dinding*).

$f_3 = 0,3099 < 3,8853$ maka H_0''' diterima. Jadi tidak ada interaksi antara bentuk batu bata dengan campuran mortar pada nilai kuat tersebut. (*dimensi batu bata dan campuran mortar tidak saling interaksi*).

Tabel 14. Anova pada pasangan dinding arah horizontal

Dimensi Batu Bata	Campuran Mortar			Total	(Total) ²	Jumlah Kuadrat (JK)				Kesimpulan
	1:3	1:5	1:8							
Bata Tebal (Bata 4 PAL)	25,532	17,184	11,491	159,648	25487,333	651,879	295,299	132,036	1079,213	$f_1 = 1,6257 < 4,7472$. Jadi tidak ada perbedaan data nilai kuat tekan rata-rata pada kedua bentuk bata
	22,925	15,020	14,229			525,551	225,593	202,472	953,616	
	24,308	16,098	12,860			590,893	259,161	165,379	1015,433	
Bata Tebal (Bata 5 PAL)	21,091	19,255	9,524	187,159	35028,407	444,826	370,742	90,703	906,271	
	22,909	15,217	18,972			524,826	231,569	359,949	1116,345	
	32,799	33,144	14,248			1075,746	1098,521	203,008	2377,275	
Total	149,564	115,919	81,324	346,806	60515,740	3813,723	2480,885	1153,546	7448,154	
(Total) ²	22369,298	13437,099	6613,611	42420,008						

Tabel 15. Anova pada pasangan dinding arah horizontal

Dimensi Batu Bata	Campuran Mortar			Total	(Total) ²	Jumlah Kuadrat (JK)				Kesimpulan
	1:3	1:5	1:8							
Bata Tebal (Bata 4 PAL)	25,532	17,184	11,491	159,648	25487,333	651,879	295,299	132,036	1079,213	$f_2 = 7,5019 > 3,8853$. Jadi ada perbedaan data nilai kuat tekan rata-rata pada ketiga campuran mortar
	22,925	15,020	14,229			525,551	225,593	202,472	953,616	
	24,308	16,098	12,860			590,893	259,161	165,379	1015,433	
Bata Tebal (Bata 5 PAL)	21,091	19,255	9,524	187,159	35028,407	444,826	370,742	90,703	906,271	
	22,909	15,217	18,972			524,826	231,569	359,949	1116,345	
	32,799	33,144	14,248			1075,746	1098,521	203,008	2377,275	
Total	149,564	115,919	81,324	346,806	60515,740	3813,723	2480,885	1153,546	7448,154	
(Total) ²	22369,298	13437,099	6613,611	42420,008						

Tabel 16. Anova pada pasangan dinding arah horizontal

Dimensi Batu Bata	Campuran Mortar			Total	(Total) ²	Jumlah Kuadrat (JK)				Kesimpulan
	1:3	1:5	1:8							
Bata Tebal (Bata 4 PAL)	25,532	17,184	11,491	159,648	25487,333	651,879	295,299	132,036	1079,213	$f_3 = 0,4972 < 3,8853$. Jadi tidak ada interaksi antar keduanya
	22,925	15,020	14,229			525,551	225,593	202,472	953,616	
	24,308	16,098	12,860			590,893	259,161	165,379	1015,433	
Bata Tebal (Bata 5 PAL)	21,091	19,255	9,524	187,159	35028,407	444,826	370,742	90,703	906,271	
	22,909	15,217	18,972			524,826	231,569	359,949	1116,345	
	32,799	33,144	14,248			1075,746	1098,521	203,008	2377,275	
Total	149,564	115,919	81,324	346,806	60515,740	3813,723	2480,885	1153,546	7448,154	
(Total) ²	22369,298	13437,099	6613,611	42420,008						

Didapatkan hasil pada uji statistik sebagai berikut :

$f_1 = 1,6257 < 4,7472$ maka H_0' diterima. Jadi tidak ada perbedaan data nilai kuat tekan rata-rata pada kedua bentuk batu bata. (*tidak ada pengaruh dimensi batu bata terhadap nilai kuat tekan pasangan dinding*).

$f_2 = 7,5019 > 3,8853$ maka H_0'' ditolak. Jadi ada perbedaan data nilai kuat tekan pada ketiga campuran mortar. (*ada pengaruh campuran mortar terhadap nilai kuat tekan pasangan dinding*).

$f_3 = 0,4972 < 3,8853$ maka H_0''' diterima. Jadi tidak ada interaksi antara bentuk batu bata dengan campuran mortar pada nilai kuat tersebut. (*dimensi batu bata dan campuran mortar tidak saling interaksi*).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Karakter mekanik pasangan dinding batu bata dipengaruhi oleh variasi ukuran batu bata karena terdapat jumlah sirih yang berbeda pada pasangan dinding tersebut, dan sangat berpengaruh terhadap perbandingan jumlah antara semen:pasirnya. Ada perbedaan nilai poisson rasio pada masing-masing dimensi akibat kandungan material di dalamnya dan nilai poisson rasio batu bata 4 pal yaitu 0,18 dan batu bata 5 pal yaitu 0,28.

Pada analisis statistik anova dua arah didapat ada pengaruh campuran mortar terhadap nilai kuat tekan pasangan dinding. Mortar maksimum pada pasangan dinding arah vertikal terjadi pada campuran 1:5 dan pada pasangan dinding arah horizontal serta diagonal nilai kuat tekan pasangan dinding mengalami kenaikan pada campuran pasir yang lebih sedikit. Selain itu juga tidak ada interaksi antara dimensi batu bata dan campuran mortar.

Komposisi campuran mortar berpengaruh terhadap kuat geser dan kuat lekat batu bata. Terlihat bahwa nilai kuat lekat yang dihasilkan antara 0,017-0,395 dan nilai kuat geser yang dihasilkan antara 7,723-9,659 kg/cm², akibat rentang variasi campuran dari 1:3 hingga campuran 1:8.

Saran

Perlu adanya penelitian lanjutan agar mendapatkan hasil data yang lebih akurat terutama untuk mendapatkan poisson rasio pada mortar dan pasangan dinding bata, dan juga perlu pengujian IRA pada batu bata, selain itu perlu penelitian tentang campuran mortar yang lebih bervariasi agar mendapatkan campuran mortar yang optimal pada pasangan dinding.

Daftar Pustaka

- ASTM International (An American National Standard). 2002. ASTM – C144 – 04 *Standard Specification for Aggregate for Masonry Mortar*. West Conshohocken, PA 19428 – 2959, United States.
- Dewi, S. M. & Djakfar L. 2011. *Statistika Dasar Untuk Teknik Sipil Edisi 2*. Malang: Bargie Media.
- Paulay, T. & Priestley. 1992. *Seismic Design of Reinforced Concrete and Masonry Buildings*. New York: John Wiley and Sons.
- SII 0021-78. 1978. *Mutu dan Cara Uji Bata Merah Pejal*. Departemen Perindustrian.